

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.03
УДК: 611:591.4:599.89.619:591.4

Ірина Бондаренко,

кандидат ветеринарних наук, доцент

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1019-3446>

bondarenkoirina173@gmail.com

Жанна Коренєва,

кандидат ветеринарних наук, доцент

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2730-5990>

koreneva-z@ukr.net

Ганна Омельченко,

кандидат ветеринарних наук, доцент,

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9389-8400>

anna.omelchenko@pdau.edu.ua

Наталія Авраменко,

кандидат ветеринарних наук, доцент

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1920-5757>

nataliia.avramenko@pdaa.edu.ua

МОРФОЛОГІЧНІ ТА ГІСТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЕНДОМЕТРІЯ У ПЛОДІВ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ.

Анотація

Результати наукових досліджень не дають повної уяви морфологічної та гістологічної особливості формування ендометрія у плодів великої рогатої худоби, необхідної для вибору методів корекції та стимуляції організму в період вагітності, й особливо за формування материнської частини плаценти під час еструсу. Отримані дані допоможуть покращити показники відтворення стада, і як наслідок максимізувати ефективність виробництва м'ясних та молочних продуктів. Оскільки ендометрій забезпечує всі потреби зиготи до формування плаценти, а також біофізичну складову під час імплантації, є необхідність детальних знань його закладання під час ембріонального розвитку задовго до формування інших складових репродуктивної системи. Саме особливості морфо-гістологічного розвитку слизової оболонки матки плодів жіночої статі, деталізують фундаментальні знання складних біологічних процесів, таких як формування материнської частини плаценти протягом стадії збудження, імплантації та вагітності. Знання фізіологічних особливостей гістогенезу епітелію ендометрія, що створює внутрішнє середовище матки, необхідні для розуміння корегованого впливу й на умови зовнішнього середовища постнатального періоду.

Результати дослідження ендометрія плодів великої рогатої худоби зі строком вагітності 3-місяці, свідчать що у плода жіночої статі повністю відокремлені рога та тіло матки, а також починається закладка всіх оболонок. Ендометрій вкритий одношаровим призматичним епітелієм. Початок формування маткових залоз починається у плодів великої рогатої худоби завдовжки 22 см, на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку. Карункули (плацентоми) закладаються у вигляді невеликих підвищень слизової оболонки на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку. На 5-му місяці внутрішньоутробного розвитку карункули мають грибоподібну форму, випинаються в просвіт рогу матки, їх епітелій складається з одного шару вузьких і високих клітини. На 5-му місяці внутрішньоутробного розвитку карункули мають грибоподібну форму, виступають в просвіт рогу матки, їх епітелій складається з одного шару вузьких і високих клітин.

Ключові слова: формування ендометрія, гістологічні особливості епітелію слизової оболонки матки, плід, корови.

Вступ. Відтворна функція корів в значній мірі залежить від стану ендометрія, оскільки вагітність супроводжується несприйнятливими періодами, до яких належать імплантація та преімплантаційна фаза.

Дослідження морфологічних особливостей ендометрія на тканинному та клітинному рівнях, необхідне для корекції та стимуляції організму корів в період вагітності, й особливо за формування материнської частини плаценти під час еструсу. Це допоможе максимізувати ефективність виробництва продовольчих продуктів (як м'ясних, так і молочних), та зменшити негативний вплив від виробництва, на навколишнє середовище. Також морфо-гістологічні особливості ендометрія, безумовно деталізують фундаментальні знання складних біологічних процесів, таких як імплантація та вагітність у великої рогатої худоби. Вкрай важливо для лікаря ветеринарної медицини знати фізіологічні особливості формування, та періодичність прояву гістогенезу епітелію ендометрія, який створює внутрішнє середовище матки, оскільки останній впливає іще і на сполучнотканинний остов та залозистий апарат. У свою чергу морфогенез ендометрію визначається, з одного боку, спадковими факторами, з іншого боку, умовами розвитку в плодовому і постнатальному періодах. Однак систематичних даних про розвиток ендометрію з урахуванням видових особливостей великої рогатої худоби, в літературі мало, і ці дані - не систематизовані. Саме тому була досліджена гістологічна будова ендометрія корів протягом плодового періоду.

Мета. Оптимізувати морфолого-гістологічний стан слизової оболонки матки під час її формування за внутрішньоутробного розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Матеріали та методи досліджень. Матеріалом для досліджень були зразки тканин ендометрія ембріонів корів дослідних господарств. Досліджували тканину ендометрія у 3-х, 4-х і 5-ти місячних плодів великої рогатої худоби жіночої статі. Усього було досліджено 5 плодів (3-місячн. – 1; 4-місячн. – 2; 5-місячн. – 2). Зразки тканин ендометрія ембріонів відбирали у абортіваних плодів (неінфекційний аборт), та вибракуваних в зв'язку з втратою продуктивних якостей корів. Тканинний матеріал після відбору фіксували в 10% нейтральному розчині формаліну.

Наступним етапом фрагменти ендометрія промивали водою, зневоднювали, просвітляли в спирт-ксилоловому розчині, заливали в целоїдинові блоки та виготовляли гістологічні зрізи товщиною 4-10 мкм на ротаційному мікротомі виробництва фірми *Shandon Finnesse 325 (Thermo Scientific)*.

Цифрові зображення препаратів отримували за допомогою цифрової системи зображення «ZEN» для мікроскопів «Carl Zeiss» (Німеччина) на базі українсько-шведського дослідницького центру *SUMEYA* (Медичний інститут СумДУ). Для оглядової мікроскопії фарбування гістологічних препаратів проводили гематоксилін-еозином, а для вивчення структури сполучної тканини - пікрофуксиною сумішшю за Ван-Гізеном [13].

Ендометрій, внутрішня оболонка матки з високими реструктивними та регенеративними властивостями, що відіграє вирішальну роль в успішному перебігу вагітності, забезпечуючи відповідне середовище для проходження ембріоном певних етапів розвитку, включаючи морфологічні зміни та диференціацію тканин [1].

Ендометрій забезпечує енергетичні потреби зиготи до формування плаценти, а також біофізичну підтримку за імплантації. Якісні показники ендометрія, в тому числі й майбуття успішності імплантації зиготи, закладаються іще під час ембріонального розвитку телички, задовго до формування інших складових репродуктивної системи [2].

Розвиток ембріона починається в яйцепроводі. Після запліднення, під час транспортування в порожнину матки, що здійснюється за допомогою перистальтики м'язового шару та коливання війок яйцепроводу, зигота зазнає п'ять або шість швидких мітотичних клітинних поділів в результаті чого утворюються декілька бластомерів. Проте сама зигота не збільшується в діаметрі. Спочатку зигота ділиться на два бластомери, а потім ці дві клітини, асинхронно діляться на чотири бластомери, вісім бластомерів, і т.д. Перший поділ відбувається приблизно через 30 годин після запліднення [3].

Орієнтовно через три дні після запліднення, клітини ущільненої ембріональної структури знову діляться, утворюючи 16 клітин, формуючи тим самим морулу. По мірі збільшення кількості бластомерів морули, останні піддаються диференціації на два типи клітин. Виникає внутрішня клітинна маса, тобто внутрішні клітини морули, які дадуть початок тканинам ембріона, та оточуючі клітини, які формують трофобласт, який сприятиме формуванню плаценти [4].

Преімплантаційний ембріон великої рогатої худоби потрапляє в матку на 5-й день на стадії морули. Потім, потрапивши в матку, морула вільно існує ще кілька днів, створюючи кулю приблизно зі 100 клітин та споживаючи поживні ендометріальні секрети, які називаються матковим молочком, поки слизова оболонка матки потовщується, і зачаток називається бластоцистою. У цій структурі невелика кількість клітин утворює внутрішню клітинну масу, яка стане ембріоном, а потім плодом. Інші клітини, що утворюють зовнішню оболонку,

називаються трофобластами (*trophe* = «живити» або «живити»), а потім розвиваються в хоріонічний мішок та фетальну частину плаценти (орган обміну поживними речовинами, відходами та газами між матір'ю та потомством, що розвивається). Цей діалог матері та ембріона викликає динамічні зміни в епітелії матки, що жорстко регулюються стероїдними гормонами, цитокінами та факторами росту, які встановлюють рецептивність матки до зародка, що розвивається. Внутрішня маса ембріональних клітин є тотипотентною на цій стадії, що означає, що кожна клітина має потенціал диференціюватися в будь-який тип клітин в організмі. У процесі, який називається «вилупленням», зародок звільняється від прозорої оболонки (*zona pellucida*) і починається імплантація. Бластициста зазвичай імплантується на дні матки або на задній стінці. [5, 6].

Після формування бластоцисти та вилуплення з прозорої зони, орієнтовно після 13-го дня, настає період швидкого видовження й формування довгого тонкого ниткоподібного зародка, довжиною приблизно від 6 см - на 16-й день, до 20 см - на 19-й день. Цей процес триває до плацентації, тому зародок живиться виключно гістотрофом. Через це, період вагітності до 20 дня є особливо небезпечним для ембріона, оскільки іще не почали формуватися плацентами. Гістотроф – це рідина, багата на поживні речовини, що виробляється залозами ендометрію, й містить необхідні для фізіологічного перебігу вагітності ферменти і гормони, білки, амінокислоти, фактори росту, позаклітинні складові, іони та інші фактори [3,7].

Приблизно з 7-го дня після запліднення, ембріон та ендометрій можуть діяти незалежно один від одного, тобто ембріон знаходиться в стані пасивного переміщення в порожнину матки, де може відбутися імплантація. Під час цієї стадії, ембріон виробляє все більшу кількість інтерферону флуоресцентного утворення (IFN). IFNT – це сигнальна система розпізнавання вагітності, унікальна для жуйних, вперше виявлена у великої рогатої худоби в 1979 році (Lewis et al., 1979, Wilson et al., 1979). IFNT зв'язується з рецептором інтерферону, експресованим на апікальній мембрані епітеліальних клітин ендометрію, пригнічуючи сигнальний каскад, індукований PGF2 α , якщо IFNT присутній у достатній кількості, це призводить до блокування лютеолізу CL на 16-й день вагітності. Цей процес відомий як «розпізнавання вагітності», й є повністю ініційованим ембріоном. IFNT також діє як інтерферон I типу, стимулюючи експресію генів ендометрія [3,5].

У корів, ембріон на стадії бластоцисти вилуплюється з прозорої оболонки, та швидко видовжується, утворюючи ниткоподібний зародок. Видовження зародку зумовлене морфологічними особливостями будови матки, й є необхідною умовою для успішної імплантації та формування плаценти. В цей час біофізична взаємодія трофектодерми зародка з ендометрієм матки, навіть у корів, що є неглибокою з точки зору імплантації, необхідна для підтримки вагітності. У великої рогатої худоби, хоча бластоциста й формується через кілька днів після запліднення, сама плацентація починається на 21-й день після запліднення. Матка після імплантації знаходиться в секреторній фазі,

бластоциста імплантується в ендометрій вздовж передньої або задньої стінки [8].

Трофобласт диференціюється в один ряд мітотично активних клітин, що називається цитотрофобластом, й швидко зростаючу багаторядну масу, синцитіотрофобластів, які викликають ерозію материнських тканин. На дев'ятий день у синцитіотрофобласті утворюються прогалини. Згодом материнські синусоїди роз'їдаються синцитіотрофобластом, кров матері потрапляє в лакунарну мережу, і наприкінці другого тижня вагітності, встановлюється примітивний матково-плацентарний кровообіг. Протягом цього часу бластоциста повністю імплантується та консолідується в ендометрій. Ембріобласт диференціюється на епібласт та гіпобласт, які утворюють білімінальний диск. Амніобласти вистилають амніотичну порожнину над шаром епібласту. У свою чергу, клітини гіпобласту є продовженням екзоцеломічної мембрани, й формують жовтковий мішок. Амніотична порожнина та жовтковий мішок формуються з позаембріональної мезодерми з соматоплеври та спланхноплеври [9].

Протягом третього тижня відбувається гастрюляція – процес, за допомогою якого двошаровий ембріональний диск перетворюється на тришаровий ембріональний диск (початок морфогенезу). Гастрюляція починається з появи смужки, на якому першорідний вузол формується на головному кінці. Клітини епібласту вузла та смужки інвагінуються, утворюючи нові листки (ендодерму та мезодерму). Наприкінці третього тижня вагітності формуються три основні зародкові листки в головному відділі (ектодерма, мезодерма та ентодерма) [10].

Ектодерма дає початок наступним органам та структурам: центральна та периферична нервова системи, гіпофіз, молочні залози, потові залози та зубна емаль. До кінця четвертого тижня формуються ці зародкові листки в каудальних ділянках ембріона. Починається диференціація тканин, позаембріональних оболонок та органів. Трофобласт швидко формується. Первинні ворсинки отримують мезенхімальне ядро, і з них зароджуються дрібні капіляри [11].

Після імплантації ендометрій системно передає сигнали центральній нервовій системі через продукування IFNNT клітинами трофобласта зародка, що діє як паракринний сигнал для матки, змінюючи експресію генів. Антилютеолітичний ефект IFNNT полягає в пригніченні синтезу рецепторів окситоцину, що підтримує вагітність та та плацентацію [5,7].

Окрім антилютеолітичної дії, IFNT також є імуносупресивним цитокином, відомим своєю антипроліферативною дією на лімфоцити.

Ембріональне формування ендометрія корів має видові особливості (Kobayashi, Behringer, 2003) [1,4].

Альфред Джост стверджував, що під час внутрішньоутробного розвитку, іще до статевої диференціації, ембріон має як мюллерові, так і вольфові протоки, попередники жіночих і чоловічих репродуктивних органів відповідно (Jost, 1947) [2].

Розвиток жіночої статеві системи починається з реструктуризації мюллерової протоки, яка по завершенню диференціації, формується в повноцінний зрілий жіночий репродуктивний апарат, а саме яйцепровід, матку, шийку матки, присінок та піхву. Формування та розвиток маткових залоз, що формуються приблизно на 250-й день вагітності, (Atkinson et al., 1984), відбувається за рахунок фетальних гонадальних гормонів, які відповідають за маскулінізацію статеві системи плода. Саме це забезпечує регресію мюллерових проток та подальший розвиток вольфових проток (O'Shaughnessy and Fowler, 2011) [3,4]. Хоча більшість органів репродуктивної системи самиць розвинені та диференційовані до моменту народження, морфогенез матки завершується постнатально у корів (Filant and Spencer, 2014 , Spencer et al., 2019) [5,7].

Матка корів має мюллерове (також відоме як парамезонефричне) походження та складається з центрального трубчастого епітелію, оточеного недиференційованою мезенхімою при народженні (Cooke et al., 2013). Стромальні клітини утворюються від мезенхімальних клітин матки, а клітини епітелію мюллерових каналів диференціюються в епітелій ендометрія. Маткові залози розвиваються шляхом інвагінації епітелію в просвіт матки, а з часом поступово входять в строму. Таким чином, відтворна здатність ендометрія закладається внутрішньоутробно, шляхом постнатального розвитку маткових залоз та важливих функціональних складових ендометрія (Gray et al., 2001, Gray et al., 2002) [6].

Після диференціації, ендометрій являє собою гетерогенну тканину, що складається переважно з циліндричного епітелію, залозистого епітелію та фібробластоподібних стромальних клітин, що чергуються з імунними клітинами, а також містить гарно розвинену сітку судинної системи. Ендометрій містить карункулярні області, що являють собою овальні потовщення слизової оболонки матки, рандомно розміщені неправильними рядами вздовж кожного рогу матки. Вони відіграють життєво важливу роль у плацентації, оскільки є материнською частиною плаценти, а саме місцями прикріплення плодових оболонок плода (Filant and Spencer, 2014) [7].

Загальний ріст тіла плода та розвиток репродуктивних органів, в тому числі й ендометрія, відбувається асинхронно. З 3-го до 5-го місяця ембріонального розвитку, морфологія ендометрія щодо висоти зовнішнього шару епітелію, зазнає хвилеподібної регресії. Взагалі матка формується до 6-го місяця ембріонального розвитку, а після народження відбувається тільки ріст, який завершується після статевого дозрівання (Gray et al., 2001, Gray et al., 2002). На ендометрій в цей час впливають гормони материнського організму через кровоносну систему «мати-плід» [8,10].

Роль слизової оболонки матки в питаннях відтворення, дуже важлива. Фізіологічний стан ендометрія забезпечує не тільки нідацію, а й подальший перебіг вагітності [8, 9, 10].

Дотепер, головне значення в питаннях реструктуризації ендометрія, приділялося його анатомічній будові та гістологічним змінам, при цьому матка

розглядалася як окремий, замкнений в собі орган. Завдяки сучасним досягненням науковців, уява про функціонування ендометрія докорінно змінилася, це в свою чергу вплинуло на діагностику та лікування тварин при різних патологічних станах статеві системи з порушенням функції ендометрія. Визначальним стимулом для більш детального вивчення функцій ендометрія, стали допоміжні репродуктивні технології, такі як стимуляція овуляції, імплантація ембріонів, штучне осіменіння самиць сільськогосподарських тварин, при яких повноцінне функціонування ендометрія забезпечує успішну нідацию та вагітність [3,7].

Розкриттю морфологічних особливостей ендометрія матки корів, як за фізіологічного, так і за патологічного стану, присвячено велику кількість наукових робіт, проте дослідження формування ендометрія під час ембріонального розвитку, дозволяє максимально повно розкрити складні фізіологічні процеси, що відбуваються в такій динамічній структурі як ендометрій [8, 11]. У сучасних умовах проблема фізіології репродуктивної системи корів залишається актуальною через недостатнє вивчення процесів, які перебігають протягом внутрішньоутробного розвитку, естрального циклу та вагітності, тому ці питання завжди викликають зацікавленість як науковців, так і інших фахівців ветеринарної медицини та скотарства [4, 5, 12].

Результати дослідження ендометрія плодів великої рогатої худоби, строк вагітності 3-місяці. У плода жіночої статі довжиною 12-18 см, вже повністю відокремлені як структурні одиниці рога та тіло матки. На цій стадії тільки починають закладатися три оболонки матки. В рогах матки є просвіт овальної форми. Три оболонки матки розвинені не повністю. Слизова оболонка матки вкрита одношаровим призматичним епітелієм (рис. 1 (а)). Висота епітелію становить 40-48 мкм.

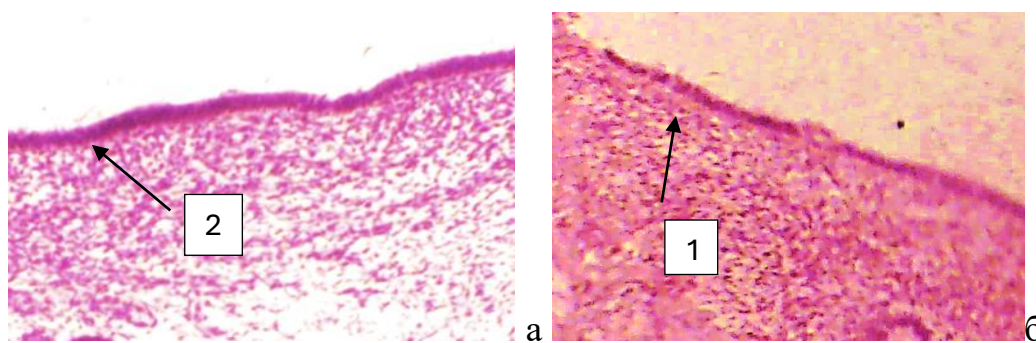


Рисунок 1. Покривний епітелій та функціональний шар ендометрія матки 3-місячного плода великої рогатої худоби, забарвлення за Ван-Гізоном, х40) (рисунок авторів)

Примітки: 1. клітини одношарового призматичного епітелію вузькі, щільно прилягають одна до одної. 2. базальна мембрана.

Клітини епітелію дуже вузькі, тісно притиснуті одна до одної. Ширина клітин не перевищує 4 мкм. В апікальній частині клітин цитоплазма піниста. Ядра клітин епітелію найчастіше овальної форми, витягнуті, але трапляються і круглі. Довжина ядер коливається від 10-12 мкм. Ширина їх відповідає ширині клітин епітелію. Ядра розташовані на різних рівнях так, що візуально видно 2-3

ряди. У ядрах міститься велика кількість хроматину у вигляді великих глибок. У деяких клітинах чітко видно ядрце. Вільна поверхня епітелію найчастіше нерівна, а як би гофрована (рис. 1 (а)). На поверхні клітин, у деяких ділянках спостерігаються куполоподібні випинання, а над ними дрібні краплі секрету. (рис. 1 (б)) Клітини епітелію розташовані на чітко помітній базальній мембрані.

Дослідивши тканину ендометрія рогу матки в 4х-місячного плода, можемо стверджувати, що під епітелієм містяться овальної форми щільно розташовані одна біля одної клітини мезенхіми. Проміжки між клітинами заповнені безструктурною міжклітинною речовиною. Мезенхіма ще не має розмежування на шари, які надалі відповідали б слизовій та м'язовій оболонкам. Однак можна визначити відносну товщину ділянок, відповідних майбутнім оболонкам, так як ділянки мезенхіми, де розташовується закладка м'язової оболонки, складаються з щільніше розташованих клітин. Власна оболонка займає середньому 78 мкм. Товщина всієї слизової оболонки в середньому – 118 мкм.

Результати дослідження ендометрія плодів великої рогатої худоби, строк вагітності 4-хмісяці. У плодів 4-місячного віку, які мають довжину 20-30 см стінка рогів матки стає помітно товщі за рахунок формування та потовщення власної оболонки. Оболонка становить 390-395мкм. Чітко видно сформований просвіт рогу матки, який набуває зірчастої форми за рахунок утворення поздовжніх складок слизової оболонки. У плодів на цій стадії розвитку вже можна розрізнити закладку трьох оболонок: слизової, м'язової та серозної. Слизова оболонка відрізняється значною товщиною і утворює поздовжні складки. На поперечному розрізі ці складки мають валикоподібну форму. Товщина власного шару 361-367 мкм. Утворюються 4-5 складок, які розташовані симетрично, одна проти іншої. Складки вкриті епітелієм, який має рівну поверхню, але на деяких зрізах, як і на попередній стадії розвитку, зустрічається «гофрований» епітелій. Епітелій на цій стадії трохи нижчий, ніж у 3-місячних плодів (31-35 мкм). Форма клітин така сама, оскільки епітелій має призматичні клітини (рис. 2 б).

Ядра овальної форми, але трохи коротші, ніж на попередній стадії розвитку. Довжина їх дорівнює в середньому 8 мкм. Ядра дуже багаті хроматином. Базальна мембрана видно чітко як тканина, яка відрізняється від мезенхіми появою тонких колагенових волокон. Під чітко сформованою базальною мембраною видно клітини сполучні тканини, які розташовуються щільніше, ніж у більш глибоких шарах.

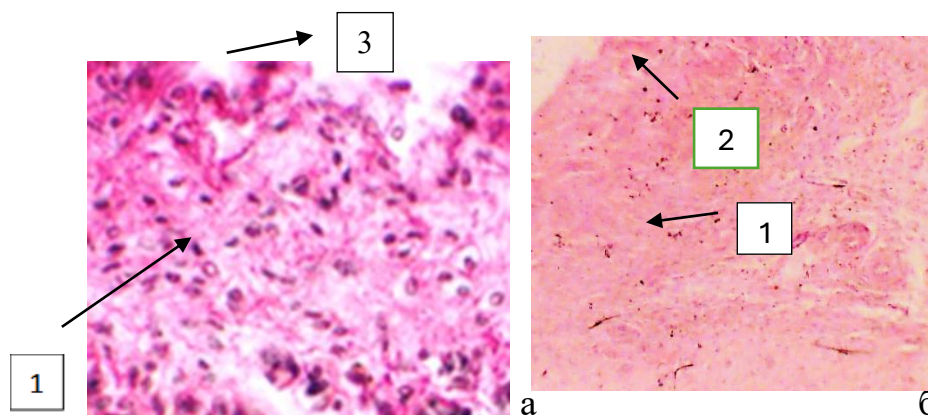


Рисунок 2. Покривний епітелій та функціональний шар ендометрія матки 4-х місячного плода великої рогатої худоби, забарвлення за Ван-Гізоном, а-х100, б-х20)) (рисунок авторів).

Примітки: 1 - ядра багаті хроматином; 2 - призматичний епітелій; 3 - зачатки маткових залоз з характерним базальним розташуванням ядер у клітинах епітелію.

В основі складок слизової оболонки виділяється шар видовжених клітин, розташованих у циркулярному напрямку, які відповідають закладці м'язових клітин. Характерною особливістю цього періоду розвитку є закладка та початок розвитку карункулів. Карункули закладаються у вигляді невеликих підвищень слизової оболонки. Збільшуючись, вони набувають вузьку ніжку в основі. Епітелій, що покриває карункули, стає низькими, доходить до кубічного. Висота епітелію 25-26 мкм. Висота карункулів досягає 488 мкм. Сполучна тканина карункула пухка. Також на цій стадії можна спостерігати початок закладки маткових залоз, які утворюються шляхом заглиблення епітелію в слизову оболонку. На початку розвитку маткові залози мають характерне базальне розташування ядер у клітинах епітелію. Формування маткових залоз починається в основі складок слизової оболонки. Початок формування маткових залоз реєстрували у плодів завдовжки 22 см. (фото 2а).

Результати дослідження ендометрія плодів великої рогатої худоби, строк вагітності 5-ть місяців.

У плодів великої рогатої худоби 5-ти місячного віку, які мають довжину 35-40 см, діаметр рогу і товщина стінки матки збільшується порівняно з попереднім місяцем вагітності. Просвіт рогу матки набуває неправильної форми, кількість складок слизової оболонки збільшується (фото 3а). Карункули мають грибоподібну форму і випинаються в просвіт рогу матки. Епітелій, що покриває карункули, нижчий, ніж у міжкарункулярних ділянках. Ембріональна сполучна тканина карункулів більш пухка порівняно з тканиною міжкарункулярних ділянок. Вона вся пронизана досить густою мережею кровоносних судин. Епітеліальні клітини розміщені в один шар, форма їх така сама, як і на попередній стадії розвитку, клітини дуже вузькі, високі. Ядра розташовані переважно в середній частині клітин, але не на одному рівні. Вони мають неоднакові розміри та різну форму. На поверхні епітелію спостерігаються куполоподібні випинання та краплі секрету. На деяких зрізах над епітелієм видно суцільний шар якихось виділень, які яскраво

забарвлюються еозином. У них зустрічаються круглі клітини, витіснені епітелієм у просвіт рогу матки.

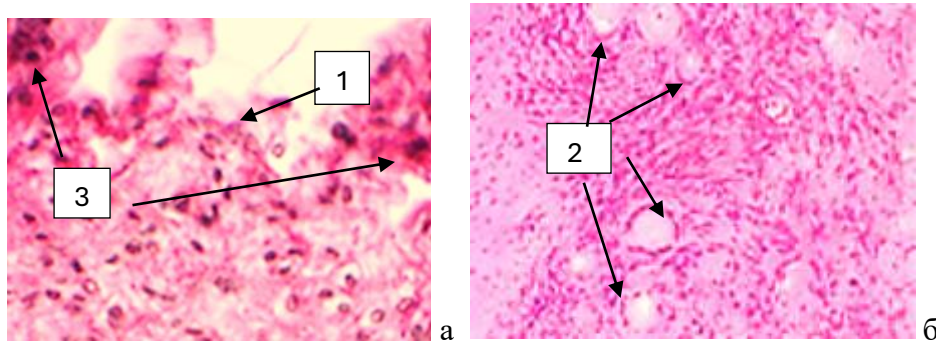


Рисунок. 3. Покривний епітелій та функціональний шар ендометрія матки 5-ти місячного плода великої рогатої худоби, (Забарвлення за Ван-Гізоном, х40) (рисунок авторів)

Примітки: 1 – на поверхні епітелію куполоподібні випинання; 2 - густа мережа судин; 3- слабо розвинені маткові залози

Висота клітин епітелію 26-28 мкм. Під епітелієм міститься сполучна тканина, клітини якої складають основу складок і карункулів. Вони подовжилися, набули відростків і складають широкопетлистий «синцитій» та безструктурну міжклітинну речовину. Ядра частіше овальної форми, рідше трапляються круглі, тому належать до вільних клітинних елементів. Під базальною мембраною клітини розташовані більш щільно й утворюють облямівку. Під епітелієм міститься більша кількість кровоносних судин, ніж в остеологічній тканині. Судини утворюють густу мережу. Товщина слизової оболонки в ділянці складок сягає в середньому 406 мкм, висота карункулів 955 мкм. Маткові залози ще слабо розвинені. Розташовані вони частіше біля основи складок слизової оболонки.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Початок формування маткових залоз починається у плодів великої рогатої худоби завдовжки 22 см, на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку. Початок формування трьох оболонок: слизової, м'язової та серозної, починається у плодів великої рогатої худоби на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку. Карункули (плацентоми) закладаються у вигляді невеликих підвищень слизової оболонки на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку. Перспективою подальших досліджень буде вибір методів корекції відтворної функції корів протягом дієструсу.

Список використаної літератури

1. Kobayashi, A. and Behringer, R.R. (2003) Developmental Genetics of the Female Reproductive Tract in Mammals. Nature Reviews Genetics, 4, 969. <https://doi.org/10.1038/nrg1225>.
2. Jost, A.: Recherches sur la différenciation sexuelle de l'embryon de Lapin. III. Role des gonades foetales dans la differenciation somatique. Arch. Anat. micr. Morphol. exper. 86, 271–316 (1947).
3. O'Shaughnessy PJ, Fowler PA. Endocrinology of the mammalian fetal testis. Reproduction. 2011 Jan;141(1):37-46. doi: 10.1530/REP-10-0365. Epub 2010 Oct 18. PMID: 20956578.

4. Filant J, & Spencer TE (2019). Endometrial glands are essential for blastocyst implantation and decidualization in the mouse uterus. *Biol Reprod*, 88(4), 93. doi: 10.1095/biolreprod.113.107631.
5. Cooke PS, Ekman GC, Kaur J, Davila J, Bagchi IC, Clark SG, ... Bartol FF (2012). Brief exposure to progesterone during a critical neonatal window prevents uterine gland formation in mice. *Biol Reprod*, 86(3), 63. doi: 10.1095/biolreprod.111.097188.
6. Gray CA, Burghardt RC, Johnson GA, Bazer FW, & Spencer TE (2002). Evidence that absence of endometrial gland secretions in uterine gland knockout ewes compromises conceptus survival and elongation. *Reproduction*, 124(2), 289–300.
7. Gray CA, Taylor KM, Ramsey WS, Hill JR, Bazer FW, Bartol FF, & Spencer TE (2001). Endometrial glands are required for preimplantation conceptus elongation and survival. *Biol Reprod*, 64(6), 1608–1613. doi: 10.1095/biolreprod64.6.1608.
8. Filant J, & Spencer TE (2018). Endometrial glands are essential for blastocyst implantation and decidualization in the mouse uterus. *Biol Reprod*, 88(4), 93. doi: 10.1095/biolreprod.113.107631.
9. Burton GJ, Watson AL, Hempstock J, Skepper JN, & Jauniaux E (2002). Uterine glands provide histiotrophic nutrition for the human fetus during the first trimester of pregnancy. *J Clin Endocrinol Metab*, 87(6), 2954–2959. doi: 10.1210/jcem.87.6.8563.
10. Lewis GS, Basha SMM, Bazer FW, Roberts RM, Thatcher WW. Proteins originating from bovine and porcine blastocysts. *Proceedings of the American Society of Animal Science* p. 1979:313.
11. Hansen TR, Henkes LK, Ashley RL, Bott RC, Antoniazzi AQ, Han H. Endocrine actions of interferon-tau in ruminants. *Society of the Study of Reproduction and Fertility Supplement*. 2010;67:325–340. doi: 10.7313/upo9781907284991.026.
12. Sobel DO, Ahvazi B, Amjad F, Mitnaul L, Pontzer C. Interferon-tau inhibits the development of diabetes in NOD mice. *Autoimmunity*. 2008;41:543–53. doi: 10.1080/08916930802194195.
13. Горальський, Л. П., Хомич, В.Т., & Кононський, О.І. (2015). Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи досліджень у нормі та при патології (Л. П. Горальський, ред.) (3-є вид.). Полісся, <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/3788>.

Irina Bondarenko,

PhD in Veterinary Sciences, Assistant Professor
Odesa State Agrarian University
65012, 13 Panteleimonivska Str., Odesa, Ukraine
bondarenkoirina173@gmail.com
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1019-3446>

Zhanna Korenyeva,

PhD in Veterinary Sciences, Assistant Professor
Odesa State Agrarian University
65012, 13 Panteleimonivska Str., Odesa, Ukraine
koreneva-z@ukr.net
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2730-5990>

Hanna Omelchenko,

PhD in Veterinary Sciences, Assistant Professor
Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9389-8400>
anna.omelchenko@pdau.edu.ua

Natalia Avramenko,
PhD in Veterinary Sciences, Assistant Professor
Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1920-5757>
nataliia.avramenko@pdaa.edu.ua

MORPHOLOGICAL AND HISTOLOGICAL FEATURES OF ENDOMETRIAL FORMATION IN CATTLE FETUSES.

Abstract

The results of scientific research do not provide a complete understanding of the morphological and histological features of endometrium formation in bovine fetuses. This knowledge is crucial for selecting methods of correction and stimulation during pregnancy, especially for the formation of the maternal part of the placenta during estrus. The data obtained will help to improve herd reproductive rates and, as a result, maximize the efficiency of meat and dairy production. Since the endometrium provides for all the needs of the zygote before the placenta forms, as well as the biophysical component during implantation, detailed knowledge of its development during the embryonic stage, long before other components of the reproductive system are established, is necessary. The specific features of the morpho-histological development of the uterine mucosa in female fetuses provide fundamental knowledge of complex biological processes such as the formation of the maternal part of the placenta during the excitation phase, implantation, and pregnancy. Understanding the physiological features of the histogenesis of the endometrial epithelium, which creates the internal uterine environment, is necessary to comprehend its corrected influence on the conditions of the external postnatal environment.

The results of a study on the endometrium of bovine fetuses at 3 months of gestation show that in the female fetus, the uterine horns and body are completely separated, and the laying down of all membranes begins. The endometrium is covered with a single-layered columnar epithelium. The formation of uterine glands begins in bovine fetuses that are 22 cm long, in the 4th month of intrauterine development. Caruncles (placentomes) are laid down as small elevations of the mucosa in the 4th month of intrauterine development. In the 5th month of intrauterine development, the caruncles have a mushroom-like shape, protrude into the lumen of the uterine horn, and their epithelium consists of a single layer of narrow and tall cells. In the 5th month of intrauterine development, the caruncles have a mushroom-like shape, protrude into the lumen of the uterine horn, and their epithelium consists of a single layer of narrow and tall cells.

Keywords: *endometrial formation, histological features of the uterine mucosal epithelium, fetus, cows.*

Reference

1. Kobayashi, A. and Behringer, R.R. (2003) Developmental Genetics of the Female Reproductive Tract in Mammals. *Nature Reviews Genetics*, 4, 969. <https://doi.org/10.1038/nrg1225>.
2. Jost, A.: Recherches sur la différenciation sexuelle de l'embryon de Lapin. III. Role des gonades foetales dans la différenciation somatique. *Arch. Anat. micr. Morphol. exper.* 86, 271–316 (1947).
3. O'Shaughnessy PJ, Fowler PA. Endocrinology of the mammalian fetal testis. *Reproduction*. 2011 Jan;141(1):37-46. doi: 10.1530/REP-10-0365. Epub 2010 Oct 18. PMID: 20956578.
4. Filant J, & Spencer TE (2019). Endometrial glands are essential for blastocyst implantation and decidualization in the mouse uterus. *Biol Reprod*, 88(4), 93. doi: 10.1095/biolreprod.113.107631.
5. Cooke PS, Ekman GC, Kaur J, Davila J, Bagchi IC, Clark SG, ... Bartol FF (2012). Brief exposure to progesterone during a critical neonatal window prevents uterine gland formation in mice. *Biol Reprod*, 86(3), 63. doi: 10.1095/biolreprod.111.097188.

6. Gray CA, Burghardt RC, Johnson GA, Bazer FW, & Spencer TE (2002). Evidence that absence of endometrial gland secretions in uterine gland knockout ewes compromises conceptus survival and elongation. *Reproduction*, 124(2), 289–300.
7. Gray CA, Taylor KM, Ramsey WS, Hill JR, Bazer FW, Bartol FF, & Spencer TE (2001). Endometrial glands are required for preimplantation conceptus elongation and survival. *Biol Reprod*, 64(6), 1608–1613. doi: 10.1095/biolreprod64.6.1608.
8. Filant J, & Spencer TE (2018). Endometrial glands are essential for blastocyst implantation and decidualization in the mouse uterus. *Biol Reprod*, 88(4), 93. doi: 10.1095/biolreprod.113.107631.
9. Burton GJ, Watson AL, Hempstock J, Skepper JN, & Jauniaux E (2002). Uterine glands provide histiotrophic nutrition for the human fetus during the first trimester of pregnancy. *J Clin Endocrinol Metab*, 87(6), 2954–2959. doi: 10.1210/jcem.87.6.8563.
10. Lewis GS, Basha SMM, Bazer FW, Roberts RM, Thatcher WW. Proteins originating from bovine and porcine blastocysts. *Proceedings of the American Society of Animal Science* p. 1979:313.
11. Hansen TR, Henkes LK, Ashley RL, Bott RC, Antoniazzi AQ, Han H. Endocrine actions of interferon-tau in ruminants. *Society of the Study of Reproduction and Fertility Supplement*. 2010;67:325–340. doi: 10.7313/upo9781907284991.026.
12. Sobel DO, Ahvazi B, Amjad F, Mitnaul L, Pontzer C. Interferon-tau inhibits the development of diabetes in NOD mice. *Autoimmunity*. 2008;41:543–53. doi: 10.1080/08916930802194195.
13. Goralsky, L. P., Khomych, V. T., & Kononsky, O. I. (2015). *Fundamentals of histological techniques and morphofunctional research methods in normal and pathological conditions* (L. P. Goralsky, ed.) (3rd ed.). Polissya, <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/3788>.

Стаття надійшла до редакції 5 травня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 17 травня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.